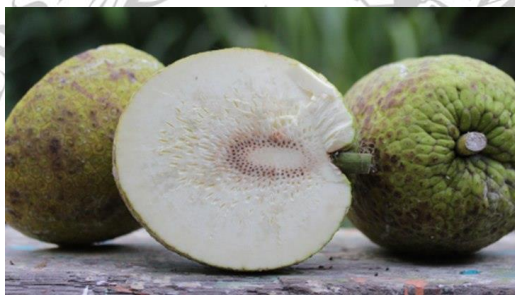


II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Sukun

Tanaman sukun (*Artocarpus Altilis*) dapat digolongkan menjadi sukun yang berbiji disebut *breadnut* dan yang tanpa biji disebut *breadfruit*. Sukun tergolong tanaman tropic sejati, tumbuh paling baik di dataran rendah yang panas. Tanaman ini tumbuh baik di daerah basah, tetapi juga dapat tumbuh di daerah yang sangat kering asalkan ada air tanah dan aerasi tanah yang cukup. Sukun bahkan dapat tumbuh baik di pulau karang dan di pantai. Di musim kering, di saat tanaman lain tidak dapat atau merosot produksinya, justru sukun dapat tumbuh dan berbuah lebat (Koswara, 2006).



Gambar 1. Buah Sukun

Pohon sukun membentuk percabangan mulai dari ketinggian sekitar 1,5 meter dari tanah. Tanaman sukun berdaun tunggal yang bentuknya oval sampai lonjong, ukurannya bervariasi walaupun pada satu pohon memiliki ukuran panjang 20-60 cm dan lebar 20-40 cm dengan panjang tangkai daun 3-7 cm. Bagian ujung daun meruncing, sedangkan bagian pangkalnya membulat, tepi daun berlekuk menyirip dan kadang-kadang siripnya bercabang. Permukaan daun bagian atas licin, warnanya hijau mengkilap sedang bagian bawahnya kasar, berbulu dan berwarna kusam. Posisi daun menyebar menghadap ke atas dengan jarak antar daun bervariasi antara 2-10 cm (Departemen Pertanian, 2003).



Gambar 2. Daun Sukun

2.1.1. Manfaat dan Kandungan Daun Sukun

Daun sukun memiliki kandungan kimia antara lain saponin, polifenol, tanin, asam hidrosianat, asetilkolin, riboflavin sedangkan kulit batangnya mengandung flavonoida. Daun sukun yang telah kuning mengandung fenol, kuersetin dan kamferol (Sulistyaningsih dkk., 2009). Daun sukun mengandung beberapa zat berkhasiat seperti saponin, polifenol, asam hidrosianat, asetilcolin, tanin, riboflavin, phenol. Daun ini juga mengandung quercetin, champorol. Quercetin adalah kelompok senyawa dari flavonoid (Ramadhani, 2009). Daun sukun mengandung flavonoid yang memiliki efek antioksidan dengan IC_{50} 94,1 μ g/mL dan menurunkan kolesterol dengan dosis efektif 150 mg/kg BB (Mozef *et al.*, 2015). Menurut Tahir (2017) daun sukun memiliki aktivitas antioksidan 53,35 %. Daun sukun yang di ekstrak dengan cara refluks mendapatkan hasil total fenol 52,67 mgGAE/g ekstrak (Desi 2015). Getah sukun secara tradisional digunakan untuk obat sakit kulit, getah yang dilarutkan dipercaya dapat mengatasi diare. Rebusan daun sukun berkhasiat menurunkan tekanan darah dan mengurangi asma. Air perasan daun sukun untuk obat tetes mata, sedangkan abu daun yang dibakar untuk menyembuhkan infeksi kulit. Jadi, seluruh bagian pohon sukun ada manfaatnya (Widowati, 2004).

2.2. Simplisia

Simplisia atau herbal yaitu bahan alam yang telah dikeringkan yang digunakan untuk pengobatan dan belum mengalami pengolahan, kecuali dinyatakan lain suhu pengeringan simplisia tidak lebih dari 60 °C (Ditjen POM, 2008).

2.2.1. Proses Pembuatan Simplisia

1. Sortasi basah

Sortasi basah adalah pemilihan hasil panen ketika tanaman masih segar (Gunawan, 2010). Sortasi basah dilakukan untuk memisahkan kotoran-kotoran atau bahan-bahan asing seperti tanah, kerikil, rumput, batang, daun, akar yang telah rusak serta pengotoran lainnya harus dibuang. Tanah yang mengandung bermacam-macam mikroba dalam jumlah yang tinggi. Oleh karena itu pembersihan simplisia dan tanah yang terikut dapat mengurangi jumlah mikroba awal (Melinda, 2014).

2. Pencucian

Pencucian dilakukan untuk menghilangkan tanah dan pengotor lainnya yang melekat pada bahan simplisia. Pencucian dilakukan dengan air bersih, misalnya air dan mata air, air sumur dan PDAM, karena air untuk mencuci sangat mempengaruhi jenis dan jumlah mikroba awal simplisia. Misalnya jika air yang digunakan untuk pencucian kotor, maka jumlah mikroba pada permukaan bahan simplisia dapat bertambah dan air yang terdapat pada permukaan bahan tersebut dapat mempercepat pertumbuhan mikroba (Gunawan, 2010). Bahan simplisia yang mengandung zat mudah larut dalam air yang mengalir, pencucian hendaknya dilakukan dalam waktu yang sesingkat mungkin (Melinda, 2014).

3. Perajangan

Beberapa jenis simplisia perlu mengalami perajangan untuk memperoleh proses pengeringan, pengepakan dan penggilingan. Semakin tipis bahan yang akan dikeringkan maka semakin cepat penguapan air, sehingga mempercepat waktu pengeringan. Akan tetapi irisan yang terlalu tipis juga menyebabkan berkurangnya atau hilangnya zat berkhasiat yang mudah menguap, sehingga mempengaruhi komposisi, bau, rasa yang diinginkan (Melinda, 2014). Perajangan dapat dilakukan dengan pisau, dengan alat mesin perajangan khusus sehingga diperoleh irisan tipis atau potongan dengan ukuran yang dikehendaki (Gunawan, 2010).

4. Pengeringan

Proses pengeringan simplisia, terutama bertujuan sebagai berikut :

- a. Menurunkan kadar air sehingga bahan tersebut tidak mudah ditumbuhi kapang dan bakteri.
- b. Menghilangkan aktivitas enzim yang bisa menguraikan lebih lanjut kandungan zat aktif.
- c. Memudahkan dalam hal pengolahan proses selanjutnya (ringkas, mudah disimpan, tahan lama, dan sebagainya) (Gunawan, 2010).

Proses pengeringan sudah dapat menghentikan proses enzimatik dalam sel bila kadar airnya dapat mencapai kurang dan 10%. Hal-hal yang perlu diperhatikan dari proses pengeringan adalah suhu pengeringan, kelembaban udara, waktu pengeringan dan luas permukaan bahan. Suhu yang terbaik pada pengeringan adalah tidak melebihi 60°C tetapi bahan aktif yang tidak tahan pemanasan atau mudah menguap harus dikeringkan pada suhu serendah mungkin, misalnya 30°C

sampai 45°C. Terdapat dua cara pengeringan yaitu pengeringan alamiah (dengan sinar matahari langsung atau dengan diangin-anginkan) dan pengeringan buatan dengan menggunakan instrumen (Melinda, 2014).

5. Sortasi Kering

Sortasi kering adalah pemilihan bahan setelah mengalami proses pengeringan. Pemilihan dilakukan terhadap bahan-bahan yang terlalu gosong atau bahan yang rusak (Gunawan, 2010). Sortasi setelah pengeringan merupakan tahap akhir pembuatan simplisia. Tujuan sortasi untuk memisahkan benda-benda asing seperti bagian-bagian tanaman yang tidak diinginkan atau pengotoran-pengotoran lainnya yang masih ada dan tertinggal pada simplisia kering (Melinda, 2014).

6. Penyimpanan

Setelah tahap pengeringan dan sortasi kering selesai maka simplisia perlu ditempatkan dalam suatu wadah tersendiri agar tidak saling bercampur antara simplisia satu dengan lainnya (Gunawan, 2010). Untuk persyaratan wadah yang akan digunakan sebagai pembungkus simplisia adalah harus inert, artinya tidak bereaksi dengan bahan lain, tidak beracun, mampu melindungi bahan simplisia dari cemaran mikroba, kotoran, serangga, penguapan bahan aktif serta dari pengaruh cahaya, oksigen dan uap air (Melinda, 2014).

2.3. Ekstraksi Maserasi

Maserasi adalah proses ekstraksi simplisia menggunakan pelarut dengan beberapa kali pengadukan pada suhu ruangan. Prosedurnya dilakukan dengan merendam simplisia dalam pelarut yang sesuai dalam wadah tertutup. Pengadukan dilakukan dapat meningkatkan kecepatan ekstraksi. Kelemahan dari maserasi adalah prosesnya membutuhkan waktu yang cukup lama. Ekstraksi secara

menyeluruh juga dapat menghabiskan sejumlah besar volume pelarut yang dapat berpotensi hilangnya metabolit. Beberapa senyawa juga tidak terekstraksi secara efisien jika kurang terlarut pada suhu kamar (27° C). Ekstraksi secara maserasi dilakukan pada suhu kamar (27°C), sehingga tidak menyebabkan degradasi metabolit yang tidak tahan panas (Departemen Kesehatan RI, 2006). Pada dasarnya metode ekstraksi ada beberapa macam di antaranya yaitu maserasi (perendaman), perkolasi, digesti, infusi, dan dekoksifikasi. Ekstraksi dilakukan dengan pelarut organik dengan kepolaran yang semakin meningkat secara berurutan. Pelarut yang digunakan harus memenuhi syarat tertentu yaitu tidak toksik, tidak meninggalkan residu, harga murah, tidak korosif, aman, dan tidak mudah meledak (Wientarsih, 2006).

Pada metode ekstraksi dengan menggunakan maserasi, perlu diperhatikan :

1. Ukuran bahan

Bahan yang akan diekstrak sebaiknya memiliki luas permukaan yang besar untuk mempermudah kontak antara bahan dengan pelarut sehingga menghasilkan hasil ekstraksi yang optimal. Semakin kecil ukuran partikel, semakin besar luas bidang kontak antara padatan dan solven, serta semakin pendek jalur difusinya, yang menjadikan laju transfer massa semakin tinggi (Zhu *et al.*, 2011).

2. Waktu Ekstraksi

Semakin lama waktu ekstraksi yaitu waktu kontak antara pelarut dan bahan, kesempatan untuk bersentuhan semakin besar maka hasil ekstrak juga bertambah sampai titik jenuh larutan (Samsudin, 2008) . Akan tetapi ekstraksi yang terlalu lama juga dapat berdampak negatif pada hasil ekstrak. Hal ini dikarenakan waktu ekstraksi yang terlalu lama akan memicu pemaparan oksigen lebih banyak yang

akan meningkatkan peluang terjadinya oksidasi senyawa fenolik (Naczek, 2004). Waktu ekstraksi yang berlebihan tidak dapat mengekstrak komponen fenolik lebih banyak, hal ini telah dijelaskan hukum kedua difusi bahwa *equilibrium* akhir akan dicapai antara konsentrasi zat terlarut dalam matriks tanaman dan pelarutnya setelah waktu tertentu (Silva *et al.*, 2007).

3. Suhu Ekstraksi

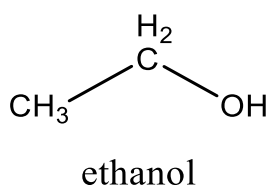
Ekstraksi juga akan lebih cepat dilakukan pada suhu tinggi, tetapi hal ini dapat mengakibatkan beberapa komponen yang terdapat dalam bahan akan mengalami kerusakan (Silva *et al.*, 2007). Suhu tinggi pelarut dapat meningkatkan efisiensi dari proses ekstraksi karena panas dapat meningkatkan permeabilitas dinding sel, meningkatkan kelarutan dan difusi dari senyawa yang diekstrak dan mengurangi viskositas pelarut, namun suhu tinggi juga dapat mendegradasi senyawa polifenol (Julian, 2011).

4. Jenis dan Jumlah Pelarut

Ada dua pertimbangan utama dalam pemilihan jenis pelarut, yaitu pelarut harus mempunyai daya larut yang tinggi dan pelarut yang tidak berbahaya atau beracun. Pelarut yang bersifat polar maupun semi polar telah umum digunakan untuk mengekstrak senyawa polifenol dari tanaman seperti buah-buahan dan sayuran. Pelarut yang sering digunakan yaitu aquades, etanol, methanol, aseton, dan etil asetat (Sultana, 2009). Semakin banyak jumlah pelarut yang digunakan, maka semakin banyak pula hasil yang didapatkan, karena distribusi partikel dalam pelarut semakin menyebar, sehingga memperluas permukaan kontak.

2.3.1. Ethanol

Ethyl alkohol atau etanol adalah salah satu turunan dari senyawa hidroksil atau gugus OH, dengan rumus kimia C_2H_5OH . Istilah umum yang sering dipakai untuk senyawa tersebut, adalah alkohol. Etanol mempunyai sifat tidak berwarna, mudah menguap, mudah larut dalam air, berat molekul 46,1, titik didihnya $78,3^{\circ}C$, membeku pada suhu $-117,3^{\circ}C$, kerapatannya 0,789 pada suhu $20^{\circ}C$, nilai kalor 7077 kal/gram, panas latent penguapan 204 kal/gram dan angka oktan 91–105 (Hambali dkk., 2008). Sifat polar yang dimiliki oleh etanol, membuat zat kimia ini sering digunakan sebagai pelarut obat, pengawet dalam dunia medis, desinfektan serta biasanya digunakan sebagai antidotum (senyawa yang mengurangi atau menghilangkan toksisitas) keracunan metanol dan etilen glikol (Arora *et al.*, 2007). Etanol banyak digunakan sebagai pelarut, germisida, minuman bahan anti beku, bahan bakar, dan senyawa untuk sintesis senyawa-senyawa organik lainnya. Etanol sebagai pelarut banyak digunakan dalam industri farmasi, kosmetika, dan resin maupun laboratorium. Di Indonesia, industri minuman merupakan pengguna terbesar etanol, disusul berturut-turut oleh industri asam asetat, industri farmasi, kosmetika, rumah sakit, dan industri lainnya. Etanol juga digunakan sebagai bahan baku pembuatan senyawa asetaldehid, butadiena, dietel eter, etil asetat, asam asetat, dan sebagainya.



Gambar 3. Struktur Kimia Ethanol

2.4. Pemekatan

Pemekatan ekstrak dilakukan dengan menggunakan *rotary vacuum evaporator*. Tujuan pemekatan adalah memekatkan ekstrak dan memisahkan antara pelarut dan senyawa aktif bahan. Proses pemekatan menggunakan suhu 50°C, sehingga komponen senyawa metabolit sekunder tidak mengalami kerusakan. Pemekatan dengan menggunakan bantuan *rotary vacuum evaporator* akan menurunkan tekanan uap pelarut, sehingga pelarut akan menguap di bawah titik didih normalnya. Tujuannya adalah agar komponen fitokimia yang terdapat dalam ekstrak tidak mengalami kerusakan akibat pemanasan yang berlebihan. Adanya tekanan yang diberikan oleh pompa vakum mengakibatkan pelarut menguap dari campuran kemudian terkondensasi dan masuk dalam labu penampung. (Khunaifi, 2010).

2.5. Metabolisme Tumbuhan

Metabolisme merupakan suatu proses pembentukan atau penguraian zat dalam sel disertai dengan adanya perubahan energi dan terjadi di dalam makhluk hidup. Proses yang terjadi yaitu pembentukan zat atau dapat pula berupa penguraian zat menjadi zat-zat yang lebih sederhana. Proses ini terjadi saat proses fotosintesis. Pada tumbuhan metabolisme dibedakan menjadi 2 yaitu metabolit primer terlibat secara langsung dalam proses pertumbuhan, sedangkan metabolit sekunder tidak digunakan tanaman untuk pertumbuhan melainkan digunakan untuk pertahanan diri atau untuk adaptasi terhadap kondisi lingkungan (Anurag *et al.*, 2015). Senyawa metabolit sekunder memiliki fungsi yang berbeda, senyawa ini tidak berperan penting untuk kelangsungan hidup tanaman, tetapi memberi beberapa keuntungan. Metabolit sekunder berfungsi sebagai mekanisme pertahanan tanaman, baik dari cekaman biotik maupun abiotik. Selain sebagai

mekanisme pertahanan. Senyawa metabolit sekunder tertentu dapat dimanfaatkan oleh manusia sebagai antioksidan (Setyorini dkk., 2016). Menurut Saifudin (2014) metabolit sekunder yang terdapat pada tumbuhan merupakan hasil dari biosintesis metabolit primer.

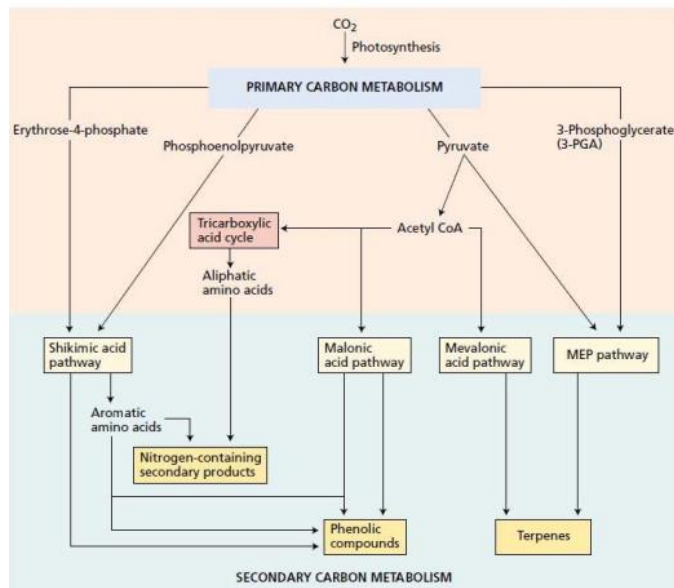
Tabel 1. Jalur Pembentukan Metabolit Sekunder dan Jenis Senyawa yang dihasilkan

Jalur Pembentuk Metabolit Sekunder	Senyawa Metabolit Sekunder yang dihasilkan
Jalur Asam Malonat	Asam lemak (laurat, miristat, palmitat, stearat, oleat, linoleat, linolenic), gliserida, poliasetilen, fosfolipida, dan glikolipida
Jalur Asam Mevalonat	<i>Essential oil</i> , squalent, monoterpenoid, Menthol, korosinoid, streoid, terpenoid, sapogenin, geraniol, ABA, dan ga ₃
Jalur Asam Sikimat	Asam sinamat, fenol asam benzoic, lignin, koumarin, tanin, asam amino benzoic dan quinon

Sumber : Mariska (2013)

Pada umumnya sistesis metabolit primer awal dimulai dengan mensistesis gula melalui proses fotosintesis dengan bantuan CO₂ dan H₂O sehingga akan menghasilkan energi. Sedangkan metabolit sekunder digunakan tumbuhan sebagai benteng pertahanan, dimana jalur metabolit sekunder dalam proses biosintesis dilalui melalui jalur asetat, jalur asam sikimat dan jalur asam mevalonat. Senyawa metabolit sekunder dari golongan fenolik diperoleh dari phenylalanin melalui eliminasi molekul ammonia dari asam sinamat. Reaksi ini dikatalis oleh *phenylalanine ammonia lyase* (PAL), enzim yang paling banyak diteliti pada metabolit sekunder tumbuhan. Phenylalanin berada pada titik percabangan antara

metabolisme primer dan sekunder, sehingga reaksi ini merupakan tahap penting pada pembentukan banyak senyawa fenolik (Mariska,2013)



Gambar 4. Jalur Utama Biosintesis Metabolit Sekunder dan Hubungannya dengan Metabolisme Primer (Sumber : Mariska, 2013)

2.6. Antioksidan

Antioksidan merupakan suatu substansi yang pada konsentrasi kecil secara signifikan mampu menghambat atau mencegah oksidasi pada substrat yang disebabkan oleh radikal bebas (Isnindar dkk., 2011). Antioksidan dibutuhkan untuk menunda atau menghambat reaksi oksidasi radikal bebas atau menetralkan dan menghancurkan radikal bebas yang dapat menyebabkan kerusakan sel dan biomolekul seperti DNA, protein, dan lipoprotein di dalam tubuh yang akhirnya dapat memicu terjadinya penyakit dan penyakit degeneratif (Alfira, 2014). Senyawa fitokimia merupakan zat alami yang terdapat dalam tanaman yang memberikan cita rasa, aroma, dan warna yang khas pada tanaman tersebut. Beberapa khasiat senyawa fitokimia tersebut berfungsi sebagai antioksidan, meningkatkan sistem kekebalan, mengatur tekanan darah, menurunkan kolesterol, serta mengatur kadar

gula darah (Sayuti, 2015). Secara kimia senyawa antioksidan adalah senyawa pemberi elektron (*electron donor*). Secara biologis, pengertian antioksidan adalah senyawa yang dapat menangkal atau meredam dampak negatif oksidan. Antioksidan bekerja dengan cara mendonorkan satu elektronnya kepada senyawa yang bersifat oksidan sehingga aktivitas senyawa oksidan tersebut dapat di hambat (Winarti, 2010). Mekanisme antioksidan dalam menghambat oksidasi atau menghentikan reaksi berantai radikal bebas dari lemak yang teroksidasi terdiri atas empat tahap (Rita dkk., 2009), yaitu:

1. Pelepasan hidrogen dari antioksidan
2. Pelepasan elektron dari antioksidan
3. Adisi lemak (molekul teroksidasi) ke dalam cincin aromatik antioksidan
4. Pembentukan senyawa kompleks antara lemak (molekul teroksidasi) dan cincin aromatik antioksida.

Radikal bebas dalam jumlah normal bermanfaat bagi kesehatan misalnya memerangi peradangan, membunuh bakteri, dan mengendalikan tonus otot polos pembuluh darah serta organ-organ dalam. Dalam jumlah berlebih mengakibatkan stress oksidatif. Keadaan ini dapat menyebabkan kerusakan oksidatif mulai dari tingkat sel, jaringan, hingga ke organ tubuh. Oksigen reaktif dapat merugikan molekul dalam sel, sehingga dapat menghancurkan membrane sel, asam nukleat dan protein. Peristiwa ini dapat mempercepat terjadinya proses penuaan dan munculnya penyakit lain seperti penyakit jantung dan kanker (Jacinto *et al.*, 2011)

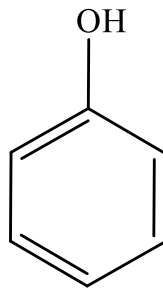
Berdasarkan sumbernya antioksidan dibagi menjadi 2 kelompok yaitu antioksidan sintetis dan antioksidan alami. Antioksidan sintetis yang diijinkan dan umum digunakan untuk makanan yaitu BHA, BHT, propil galat dan tokoferol,

sedangkan antioksidan alami yaitu berasal dari tumbuhan adalah senyawa fenolik yang dapat berupa golongan flavonoid, turunan asam sinamat, kumarin, tokoferol dan asam organik polifungsional (Karim, 2015). Senyawa fenolik, suatu komponen aktif secara biologis, merupakan suatu zat yang dapat menyumbang hidrogen ke radikal bebas dan bahkan memecah rantai reaksi oksidasi lipid pada tahap inisiasi awal (Isnindar dkk., 2011). Salah satu senyawa antioksidan yang paling banyak ditemui pada tanaman adalah flavonoid. Antioksidan mengandung senyawa fenolik atau polifenolik yang merupakan golongan flavonoid. Senyawa flavonoid sebagai antioksidan pada masa sekarang ini sangat banyak diteliti, karena senyawa flavonoid yang terdapat pada antioksidan memiliki kemampuan untuk merubah atau mereduksi resiko yang dapat ditimbulkan oleh radikal bebas dan juga dapat dimanfaatkan sebagai anti-radikal bebas (Munisa dkk., 2012). Aktivitas antioksidatif flavonoid bersumber pada kemampuan mendonasikan atom hidrogennya (Redha, 2010). Jumlah kandungan senyawa flavonoid biasa dikaitkan dengan aktivitas antioksidan (Baba, 2014).

2.7. Fenolik

Fenolik (C_6H_6OH) merupakan senyawa organik yang mempunyai satu atau lebih gugus hidroksil yang terikat pada cincin benzena. Senyawa fenol memiliki beberapa nama lain seperti asam karbolik, fenat monohidroksibenzena, asam fenat, asam fenilat, fenil hidroksida, oksibenzena, benzenol, monofenol, fenil hidrat, fenilat alkohol, dan fenol alkohol (Nair *et al.*, 2008). Sementara, polifenol adalah bagian dari senyawa fenolik yang memiliki lebih dari satu senyawa gugus fenol.

Banyaknya variasi gugus yang tersubstitusi pada kerangka utama fenol menjadikan kelompok fenol mempunyai lebih dari 8000 jenis senyawa (Marinova *et al.*, 2005).



Gambar 5. Struktur Fenol

Fenolik atau polifenolik merupakan kelompok metabolit sekunder pada tanaman yang memiliki potensi sebagai antioksidan, bakterisidal, antiseptik dan lain-lain. Senyawa fenol sebagai antioksidan tergantung dari ikatan gugus hidrogen pada cincin aromatik, posisi ikatan pada suatu struktur senyawa fenol, serta kemampuannya dalam memberikan donor hidrogen atau elektron pada radikal bebas dan mampu mengkelat ion besi (Puspitasari dkk., 2016). Beberapa senyawa fenolik yang dapat berfungsi sebagai antioksidan adalah kumarin, saponin, dan flavonoid. (Rizki dkk., 2015).

Biosintesis senyawa fenolik sebagian besar terjadi di sitoplasma dan diawali melalui jalur sikimat (Wink, 2010). Asam 3-dehidrosikamat merupakan produk antara jalur sikimat dari substrat karbohidrat yang penting dalam biosintesis senyawa fenolik. Asam galat sebagai contoh, disintesis dari asam 3-dehidrosikimat. Asam galat kemudian diubah menjadi β -glukogallin. Senyawa ini kemudian mengalami galloilasi sehingga terbentuk penta-O-galloil-glukosa. Senyawa fenolik yang terbanyak di tumbuhan di peroleh dari phenylalanine melalui eliminasi molekul ammoniadari asam sinamat. Reaksi ini dikatalis oleh Phenylalanine Ammonia Lyase (PAL). Phenylalanin berada pada titik percabangan antara

metabolism primer dan sekunder sehingga reaksi yang dikatalisnya adalah tahap regulasi yang penting pada pembentukan banyak senyawa fenolik. Aktivitas PAL dapat ditingkatkan oleh faktor lingkungan, seperti nutrisi rendah, cahaya dan infeksi fungi. Contohnya infeksi fungi memicu transkripsi mRNA yang mengkode PAL, sehingga meningkatkan jumlah PAL pada tumbuhan yang akan menstimulir sintesis senyawa fenol (Taiz, 2002).

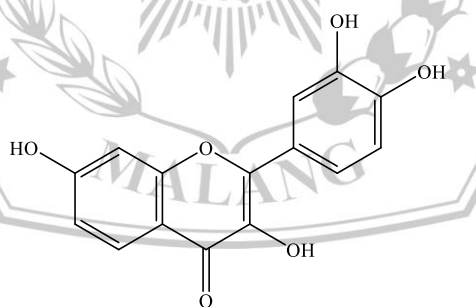
2.8. Flavonoid

Flavonoid merupakan salah satu golongan metabolit sekunder yang dihasilkan oleh tanaman yang termasuk dalam kelompok besar polifenol. Senyawa ini terdapat pada semua bagian tanaman termasuk daun, akar, kayu, kulit, tepungsari, nectar, bunga, buah, dan biji. Flavonoid berperan penting dalam menentukan warna, rasa, bau, serta kualitas nutrisi makanan. Tumbuhan umumnya hanya menghasilkan senyawa flavonoid tertentu. (Ritonga dkk., 2013).

Flavonoid mempunyai kemampuan sebagai penangkal radikal bebas dan menghambat oksidasi lipid (Banjarnahor, 2014). Flavonoid merupakan senyawa polar karena mempunyai sejumlah gugus hidroksil atau gula membentuk glikosida, sehingga akan larut dalam pelarut polar seperti etanol, butanol dan etil asetat. Flavonoid sangat berperan bagi tumbuhan yaitu menarik serangga dalam proses penyerbukan dan penyebaran biji (Hanani, 2014). Senyawa flavonoid pada tanaman memiliki beraneka fungsi seperti menarik serangga yang membantu penyerbukan, membantu proses fotosintesis, melindungi struktur sel, dan meningkatkan efektivitas vitamin c (Indrayani dkk., 2006).

Flavonoid merupakan senyawa dengan bobot molekul rendah dan memiliki dasar $C_6C_3C_6$ yaitu terdiri atas 2 buah cincin benzene yang dihubungkan dengan 3

karbon. Flavonoid memiliki aktivitas antioksidan di dalam tubuh sehingga disebut bioflavonoid. Lebih dari 4000 flavonoid telah diakui banyak terdapat dalam sayuran, buah-buahan (Widyastusti, 2010). Flavonoid memiliki kemampuan sebagai antioksidan yang mampu mentransfer sebuah elektron atau sebuah hidrogen ke senyawa radikal bebas dengan menghentikan tahap awal reaksi. Oleh karena itu, flavonoid dapat menghambat peroksidasi lipid, menekan kerusakan jaringan oleh radikal bebas dengan menghambat beberapa enzim (Latifah, 2015). Kemampuan antioksidan flavonoid dapat dipengaruhi dari beberapa faktor salah satunya yaitu gugus fungsional yang berikatan pada struktur utamanya. Suatu hasil penelitian yang pernah dilakukan menunjukkan bahwa aktivitas penangkapan radikal yang diuji pada flavonoid berhubungan dengan jumlah dan posisi ikatan gugus hidroksil dalam molekul (Ammar dkk., 2009) dan menurut Santoso, dkk. (2016) Gugus 4,5,7'-trihidroksil merupakan gugus yang berperan penting terhadap aktivitas antioksidan.



Gambar 6. Struktur Flavonoid

Flavonoid memiliki jalur yang sedikit berbeda dengan senyawa fenolik lainnya. Biosintesis flavonoid melibatkan juga produk dari jalur asam malonat. Flavonoid memiliki dua cincin benzene yang dihubungkan oleh tiga buah atom karbon. Cincin benzen B dan jembatan C3 pada flavonoid berasal dari p-koumaril-CoA yang merupakan produk turunan dari asam 3-dehidrosikimat dari jalur

shikimate. Produk jalur malonat, yaitu malonil-CoA, digunakan sebagai cincin A pada flavonoid. Malonil-CoA dari jalur asam malonate didapat dari asetil-CoA. Perubahan asetil-CoA menjadi malonil-CoA dibantu oleh enzim asetil-CoA karboksilase. Asetil-CoA untuk sintesis malonil-CoA pada biosintesis flavonoid terbentuk di sitosol (Namdeo, 2007).



